

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Inducción de resistencia al virus del mosaico dorado del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) mediante el uso de preparados orgánicos y *Trichoderma harzianum* Rifai en fase de vivero.

POR:

MOISÉS ULISES LÓPEZ TORRES

CIUDAD UNIVERSITARIA, 23 DE OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL



Inducción de resistencia al virus del mosaico dorado del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) mediante el uso de preparados orgánicos y *Trichoderma harzianum* Rifai en fase de vivero.

POR:

MOISÉS ULISES LÓPEZ TORRES

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, 23 DE OCTUBRE DE 2015



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

**SECRETARIA GENERAL:**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

ING. AGR. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

**SECRETARIO:**

ING. AGR. MSC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL**

---

ING. AGR. LEOPOLDO SERRANO CERVANTES

**DOCENTES DIRECTORES**

---

ING. AGR. MSC. ANDRÉS WILFREDO RIVAS FLORES

---

ING. AGR. MSC. MIGUEL RAFAEL PANIAGUA CIENFUEGOS

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

---

ING. AGR. RICARDO ERNESTO GÓMEZ ORELLANA

## RESUMEN:

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Tonacatepeque, San Salvador, El Salvador de mayo a octubre de 2015. Se evaluó el efecto de tres preparados orgánicos (Bocashi, Lombriabono y Té de lombriabono), un preparado comercial de *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS) como inductores de resistencia al PepGMV en chile dulce (cultivar CORTES F1) y un testigo. Se estableció un diseño de bloques incompletos balanceados al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizaron dos ensayos inoculando el virus con mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) a los 25 y 22 días después de siembra. Los experimentos se llevaron a cabo en condiciones de invernadero, con una duración de 42 días el primero y 39 días el segundo. Las tomas de datos se iniciaron a los 30 y 27 días después de la siembra respectivamente. Se evaluó la incidencia final, el área bajo la curva de progreso de la enfermedad, el tiempo de incubación del virus para que el 10% de las plantas presentaran los síntomas ( $TI_{10}$ ) y el tiempo de incubación del virus para que el 50% de las plantas presentaran los síntomas ( $TI_{50}$ ), altura de la planta, diámetro a la base del tallo y peso fresco.

En el primer ensayo, la inoculación con *Trichoderma harzianum* Rifai ( $5 \times 10^9$  UFC/5 ml) presentó la menor incidencia final del virus (62%,  $F_{4,11} = 4.79$ ,  $p < 0.05$ ), la menor área bajo la curva de progreso de la enfermedad (320.21 ue,  $F_{4,11} = 6.11$ ,  $p < 0.05$ ) y el mayor tiempo de incubación 50 ( $TI_{50}$ ) (15.39 ddi,  $F_{4,11} = 6.78$ ,  $p < 0.01$ ), siendo epidemiológicamente el mejor tratamiento. En el segundo ensayo, fue el tratamiento lombriabono el que presentó la menor incidencia (80.14%,  $F_{4,11} = 0.95$ ,  $p = 0.4740$ ), la menor área bajo la curva de progreso de la enfermedad (528.19 ue,  $F_{4,11} = 1.73$ ,  $p = 0.2140$ ) y mayor tiempo de incubación 50 ( $TI_{50}$ ) (12.23 ddi,  $F_{4,11} = 1.20$ ,  $p = 0.3661$ ). En cuanto a las variables de desarrollo (altura de la planta, diámetro a la base del tallo y peso fresco) los preparados orgánicos presentaron los mejores resultados.

**Palabras claves:** Inducción de resistencia, *Trichoderma harzianum* Rifai, preparados orgánicos, *Bemisia tabaci* Genn., PepGMV, *Capsicum annuum* L.

## Summary:

The research was made in the municipality of Tonacatepeque, San Salvador, El Salvador from May to October of 2015. It was evaluated the effect of three organic preparations (Bocashi, vermicompost and vermicompost tea) and a commercial formulation of *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS) as inducers for PepGMV resistance in sweet pepper (variety CORTES F1) and a control. Two trials were carried out under greenhouse conditions, the first one inoculating the virus at 25 dap (days after planting) and the second one 22 dap. The virus was inoculated using whiteflies (*Bemisia tabaci* Genn.) reared in cages with diseased pepper plants, and then transferred to the cages with the seedlings. The trials were established following a balanced incomplete block design with five treatments and four replications. The Data were collected at 30 and 27 days after planting, respectively. The measures of final incidence, the area under the curve of disease progress, the incubation time until 10% and 50% of the plants showed symptoms, stem diameter, height and fresh weight was evaluated.

In the first trial, the inoculation with *Trichoderma harzianum* Rifai ( $5 \times 10^9$  UFC/5 ml) showed the lowest final incidence (62%,  $F_{4,11} = 4.79$ ,  $p < 0.05$ ), the lowest area under the curve of disease progress (320.21 du  $F_{4,11} = 6.11$ ,  $p < 0.05$ ) and the highest incubation time 50 (15.39 ddi,  $F_{4,11} = 6.78$ ,  $p < 0.01$ ), being epidemiologically the best treatment. In the second trial, the best treatment was vermicompost, which had the lowest incidence (80.14%  $F_{4,11} = 0.95$ ,  $p = 0.4740$ ), the lowest area under the curve of disease progression (528.19 du,  $F_{4,11} = 1.73$ ,  $p = 0.2140$ ) and longer incubation 50 (12.23 ddi,  $F_{4,11} = 1.20$ ,  $p = 0.3661$ ). On development variables (height, diameter at the stem and fresh weight)) the organic preparations showed the best results.

**Keywords:** Induction of resistance, *Trichoderma harzianum* Rifai, organic preparations, *Bemisia tabaci* Genn., PepGMV, *Capsicum annuum* L.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de cursar la carrera y terminar el trabajo de investigación con éxito, brindándome la sabiduría necesaria para lograrlo. “El principio de la sabiduría es el temor de Jehová” Proverbios 1:7

A mis padres Francisco Antonio López Serrano y María Teresa Torres de López, por su valioso esfuerzo al apoyarme en el transcurso de mi proceso de formación académica.

A mis asesores Ing. Agr. Msc. Andrés Wilfredo Rivas Flores e Ing. Agr. Msc. Miguel Rafael Paniagua Cienfuegos, por su apoyo y orientación incondicional en todas las etapas de la investigación.

A Karla Stephanie Díaz Torres, por su especial apoyo en el desarrollo de la investigación.

A Carlos Flores (presidente de la cooperativa ACATONACA), por abrir las puertas de la cooperativa y brindarme apoyo en el desarrollo de la investigación.

A todo el personal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, por su valioso aporte en mi formación académica.



## DEDICATORIA

A Dios, por ser el único digno de gloria y honra.

A mis amados padres, que creyeron en mí desde el inicio de mi formación académica y que a pesar de los esfuerzos laborales necesarios para sacarme adelante, nunca desistieron.

A todo el personal del Departamento de Protección Vegetal, quienes abrieron sus puertas para vivir mi primera experiencia laborar como auxiliar de cátedra y para realizar mi trabajo de investigación.

## INDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	2
2.1	INTERACCIÓN MOSCA BLANCA – VIRUS .....	2
2.1.1	Importancia del vector.....	2
2.1.2	Forma de adquisición.....	2
2.1.3	Persistencia del virus en el vector .....	2
2.1.4	Transmisión del virus.....	2
2.2	INTERACCIÓN PLANTA – VIRUS – VECTOR .....	3
2.2.1	Tiempo de alimentación requerido para pasar el virus a la planta .....	3
2.2.2	Epidemiología de la enfermedad viral.....	3
2.3	INTERACCIÓN DE RHIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (PGPR) – PLANTA .....	4
2.3.1	Cómo actúan las PGPR (ISR, SAR) .....	4
2.3.2	Beneficio de las PGPR .....	5
2.3.3	Moléculas activadoras de la inducción de resistencia .....	6
2.3.4	Sustancias inductoras de resistencia.....	6
2.3.5	Localización de las moléculas inductoras de resistencia.....	6
2.3.6	Enmiendas orgánicas como fuente de Microorganismos .....	6
2.3.7	Té de lombriabono.....	7
2.3.8	<i>Trichoderma</i> como inductor de resistencia.....	8
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	8
3.2	METODOLOGÍA DE CAMPO .....	9
3.2.1	TRATAMIENTOS .....	9
3.2.2	INOCULACIÓN DEL VIRUS (PepGMV).....	10
3.2.3	TOMA DE DATOS.....	11
3.3	METODOLOGÍA DE LABORATORIO .....	12
3.3.1	CRÍA DEL VECTOR.....	12
3.3.2	RESERVORIO DEL VIRUS.....	12
3.4	METODOLOGÍA ESTADÍSTICA .....	12
3.4.1	Diseño estadístico .....	12

3.4.2	Modelo estadístico.....	13
3.5	METODOLOGÍA ECONÓMICA.....	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1	INCIDENCIA FINAL DE LA ENFERMEDAD .....	14
4.2	AREA BAJO LA CURVA DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (ABCPE) .....	16
4.3	TIEMPO DE INCUBACIÓN.....	17
4.3.1	Ensayo uno .....	17
4.3.2	Ensayo 2.....	19
4.4	DESARROLLO DE LAS PLANTULAS.....	20
4.4.1	Ensayo 1 .....	20
4.4.2	Ensayo 2.....	22
4.5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	24
4.5.1	El efecto de la inducción de resistencia en el desarrollo de la enfermedad causada por el PepGMV.....	24
4.5.2	Efecto de los preparados orgánicos y <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai en el desarrollo de la planta .....	26
5	CONCLUSIONES .....	27
6	RECOMENDACIONES .....	27
7	BIBLIOGRAFÍA.....	29
8	ANEXOS .....	32

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Índice de costo/efectividad para el ensayo 1 (estimado para 1000 plantas) .....	15
Cuadro 2. Índice de costo efectividad para el ensayo 2 (estimado para 1000 plantas) .....	16
Cuadro A-1. Cuadro comparativo de variables entre ensayos.....	34

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Incidencia final del PepGMV en condiciones en condiciones del ensayo 1. ....	14
Figura 2. Incidencia final del PepGMV en condiciones del ensayo 2.....	15
Figura 3. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad en del PepGMV del ensayo 1. 16	
Figura 4. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad del PepGMV del ensayo 2. ....	17
Figura 5. Tiempo de Incubación 10 ( $TI_{10}$ ) del PepGMV del ensayo 1.....	18
Figura 6. Tiempo de Incubación 50 ( $TI_{50}$ ) del PepGMV del ensayo 1.....	18
Figura 7. Tiempo de Incubación 10 ( $TI_{10}$ ) del PepGMV del ensayo 2.....	19
Figura 8. Tiempo de Incubación 50 ( $TI_{50}$ ) del PepGMV del ensayo 2.....	19
Figura 9. Altura promedio de planta en condiciones del ensayo 1. ....	20
Figura 10. Diámetro promedio de planta a la base del tallo en el ensayo 1. ....	21
Figura 11. Peso fresco de la planta a los 42 días después de siembra en el ensayo 1. ....	21
Figura 12. Altura promedio de planta en condiciones del ensayo 2.....	22
Figura 13. Diámetro promedio de planta a la base del tallo en condiciones del ensayo 2. ....	23
Figura 14. Peso fresco de la planta a los 39 días después de siembra en el ensayo 2. ....	23

## INDICE DE ANEXOS

Figura A-1. Inoculación de <i>Trichoderma harzianum</i> Rifaiy Té de lombriabono .....	32
Figura A-2. Inoculación del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV).....	32
Figura A-3. Lectura de datos .....	32
Figura A-4. Cría del vector y reproducción del PepGMV .....	33
Figura A-5. Diferencia de desarrollo de plantines.....	33
Figura A-6. Expresión de síntomas del PepGMV .....	33

## 1 INTRODUCCIÓN

El chile dulce (*Capsicum anuum* L.) es una de las principales hortalizas con alto consumo a nivel nacional. Para suplir la demanda nacional es necesario importar aproximadamente 7,611,493 kilos provenientes en su mayoría de Honduras y Guatemala (Vásquez, 2008). Dentro de las limitantes del cultivo se encuentran los problemas fitosanitarios, entre ellos el complejo de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) y geminivirus (Ortega-Arenas y González, 1989). Por las características de la interacción *Bemisia tabaci*-geminivirus, se considera que es necesaria la presencia de un solo individuo para diseminar la enfermedad, ya que al alimentarse de una planta le transfieren el virus y cuando otras moscas blancas adultas o aún inmaduras se alimentan, el virus es dispersado a otras plantas (Romay *et al.* 2010). Los virus vegetales reducen el rendimiento de calidad de los frutos, la viabilidad de los órganos de reproducción y la longevidad de la planta (Lenardon *et al.* 2001). Una planta infectada con geminivirus se considera una fuente de infección, lo cual la hace indeseable dentro de un área de cultivo y su eliminación es una práctica cultural. Una de las estrategias promisorias para el control de los complejos de geminivirus transmitidos por mosca blanca es la inducción de resistencia. Este fenómeno es un elemento del Manejo Integrado de Plagas. La resistencia puede ser Sistémica Adquirida (SAR), ocasionada por la presencia de un patógeno avirulento o con poca patogenicidad (Stange *et al.* 2007) y Sistémica Inducida (ISR), provocada por patógenos, cepas de virus atenuados, inductores y productos químicos (Edreva, 2004). Se han realizado investigaciones sobre la inducción de resistencia promovida por enmiendas orgánicas (Bocashi y Vermicompost) y diferentes tipos de microorganismos del suelo (Micorrizas, *Trichoderma harzianum* Rifai, Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal) (Castro Martín, 1998; Jiménez López, 1996; Jiménez *et al.* 2013).

La finalidad de esta investigación fue encontrar preparados orgánicos o microorganismos del suelo que por medio de su interacción con la planta en la fase de vivero pudieran inducir resistencia, ya sea de forma directa o indirecta (Álvarez y Díaz, 2008) y así producir plantines de mayor calidad con la capacidad de disminuir la incidencia de enfermedades virales. Se cuantificó la efectividad de tres preparados orgánicos (Bocashi, Lombriabono y Té de lombriabono) y un preparado comercial de *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS®) como inductores de resistencia. Se determinó el tiempo de incubación del virus PepGMV (Peper Golden Mosaic Virus), se comparó el desarrollo de las plantas y se evaluó económicamente la efectividad de cada tratamiento.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTERACCIÓN MOSCA BLANCA – VIRUS

#### 2.1.1 Importancia del vector

La mayoría de los virus vegetales son transmitidos de planta en planta por agentes vectores: insectos (pulgones, moscas blancas, trips), nemátodos, ácaros y hongos. El vector natural de los begomovirus corresponde a la mosca blanca (*B. tabaci* Genn. Homoptera: Aleyrodidae), que se caracteriza por encontrarse en la mayoría de cultivos de regiones tropicales y subtropicales debido a que requieren temperaturas entre 10 y 30 °C para poder desarrollarse (INIA, 2011).

#### 2.1.2 Forma de adquisición

*B. tabaci* Genn. es capaz de adquirir el virus durante su fase ninfal y posteriormente transmitirlo al transformarse en adulto sin necesitar alimentación adicional sobre plantas enfermas (Romay *et al.* 2010).

#### 2.1.3 Persistencia del virus en el vector

Los virus transmitidos por *Bemisia tabaci* Genn. son del tipo persistente. Los adultos necesitan un periodo de 20 minutos o más para adquirir el virus de plantas infectadas. Este período de adquisición relativamente prolongado (comparado con los 15-60 segundos requeridos para virus semi-persistentes), se debe a la localización de estos virus en el floema de las plantas afectadas. Una vez adquirido, el virus requiere un periodo de incubación en el vector, que varía de algunas horas a un día. Esta observación es la que sugiere que el virus circula en el insecto vector (Cuéllar y Morales, 2006).

#### 2.1.4 Transmisión del virus

El proceso de transmisión (inoculación), generalmente requiere un tiempo similar al de adquisición del virus. Esto se debe a que algunos virus transmitidos por mosca blanca, aparentemente pueden iniciar el proceso de infección en tejido no vascular. La persistencia del virus en la mosca blanca varía de algunos días hasta semanas, llegando a ser retenido de por vida en algunos adultos. Sin embargo, hay comúnmente pérdida de infectividad con el tiempo, lo cual sugiere que estos virus no se multiplican dentro de la mosca blanca. Estos virus, sin embargo, parecen ser retenidos por los diferentes estadios del insecto hasta el adulto, a pesar de que solo el primer estadio ninfal y el adulto son móviles (Cuéllar y Morales, 2006).

Con excepción del virus moteado leve de la vigna (cowpea mild mottle virus) todos los demás virus transmisibles por mosca blanca poseen un período latente entre la adquisición e inoculación del virus. También la actividad virulífica del insecto se mantiene de un estadio a otro, por lo cual se asume que la forma de transmisión es circulativa. En ningún caso se ha encontrado la propagación de virus en el cuerpo del insecto o la transmisión transovárica (Ortega Arenas y González, 1989).

## **2.2 INTERACCIÓN PLANTA – VIRUS – VECTOR**

### **2.2.1 Tiempo de alimentación requerido para pasar el virus a la planta**

De acuerdo a la persistencia del virus en el vector y en la habilidad de este de transmitir la enfermedad, se han caracterizado los siguientes tipos de transmisión viral: no persistente, semipersistente y persistente; esta última puede ser circulativa o propagativa. Cuando el vector mantiene su capacidad infectiva a lo largo de su vida o por un tiempo relativamente largo es del tipo persistente y cuando las partículas virales solamente circulan en el cuerpo del insecto, la transmisión se conoce como persistente circulativa. En cambio, en la transmisión persistente propagativa, las partículas virales tienen la habilidad de infectar y multiplicarse en las células del insecto vector (Lastra, citado por Castro Martín 1998).

La transmisión del virus por *B. tabaci* Genn. se considera como persistente circulativa. Para una transmisión eficiente de la mayoría de geminivirus lo óptimo es un período de alimentación– adquisición de 2 - 24 horas, seguido por un período de alimentación-inoculación de dos a tres días (Lastra, citado por Castro Martín 1998).

El tiempo aproximado en que el virus llega a ser circulativo en el insecto es de 4-8 horas después de que lo adquiere (Mehta, citado por Castro Martín 1998).

La transmisión de los begomovirus por *B. tabaci* Genn. es circulativa persistente y no propagativa. Este tipo de transmisión tiene dos fases: la de adquisición, cuando el insecto se alimenta de la planta y el virus se transporta del aparato bucal al hemoceloma del insecto, probablemente a través de la pared del intestino. Y la segunda fase de inoculación a la planta, que involucra el paso del virus desde la hemolinfa hacia las secreciones salivares del insecto, lo que permite la transmisión del patógeno cuando el insecto se alimenta de la planta (Liu *et al.* 1997).

### **2.2.2 Epidemiología de la enfermedad viral**

Una vez dada la inoculación, los virus inician su replicación en el mismo punto de penetración, posteriormente se mueven de una célula a otra (INIA, 2011). Inicialmente el

desplazamiento es lento, debido que se realiza de célula a célula, o a través de plasmodesmos (unión entre células adyacentes) (INIA, 2011), pero una vez ubicados en los tejidos conductores, el movimiento es más rápido ya que viajan hacia la raíz por el floema y ascienden a la parte aérea a través del xilema (Agrios, 1988).

Los virus vegetales afectan los procesos fisiológicos de las plantas, los cuales se reflejan en la reducción de rendimientos de calidad de frutos, la viabilidad de los órganos de reproducción y en la longevidad de la planta (Lenardon *et al.* 2001).

## **2.3 INTERACCIÓN DE RHIZOBACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL (PGPR) – PLANTA**

Las Rhizobacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal se dividen en Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) y Resistencia Sistémica Inducida (ISR) (Stange *et al.* 2007), las cuales se describen a continuación:

### **2.3.1 Cómo actúan las PGPR (ISR, SAR)**

#### **2.3.1.1 Resistencia Sistémica Adquirida (SAR)**

La respuesta SAR es un mecanismo de resistencia que permanece por algunas semanas en la planta y permite el reconocimiento de un amplio rango de patógenos incluyendo hongos, pseudohongos (Chromista), bacterias y virus (Stange *et al.* 2007). Este tipo de resistencia se origina por la acción de microorganismos patógenos causantes de necrosis en el área foliar, mostrando el hospedero resistencia en su mayoría ante esos mismos microorganismo (Martínez, 2008). Generalmente se expresa como una disminución de la severidad (ej. número y tamaño de las lesiones producidas) de las enfermedades que estos patógenos producen en monocotiledóneas y dicotiledóneas. Aparentemente, SAR es inducida únicamente antes de la floración o de la cuaja, en respuesta a una reacción de hipersensibilidad (Stange *et al.* 2007). La inducción de SAR ocurre por el incremento endógeno, local y sistémico del Ácido Salicílico (Martínez, 2008).

En términos generales, en SAR hay dos etapas: una primera de inducción de las defensas en las células cercanas al ataque del patógeno, llamada respuesta local. Y una segunda etapa de inducción de las defensas en los tejidos alejados al foco de infección. Esta última confiere protección sistémica a la planta ante una gran variedad de patógenos (Díaz-Puentes, 2012).



### 2.3.1.2 Resistencia Sistémica Inducida (ISR)

La resistencia sistémica inducida (ISR) se puede definir como un incremento en la expresión de los mecanismos naturales de defensa de las plantas contra diversos tipos de patógenos, provocado por una serie de factores: los patógenos que causan reacción necrótica hipersensible, cepas patógenas de virus atenuados, inductores de origen patogénico (glucanos, proteínas, lípidos, etc.), elicitores abióticos, incluyendo productos químicos inofensivos sintéticos, tales como 2,6 – dicloroisonicotínico ácido (INA), ácido  $\beta$  – aminobutírico (BABA), benzotiadiazol (BTH), etc. (Edreva, 2004).

Esta resistencia es otro tipo de defensa inducida que ocurre en las plantas activada por la acción de Rizobacterias saprofitas (ej. *Bacillus pumilus*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*) que colonizan la rizósfera, pudiendo ejercer una acción biocontroladora (Martínez, 2008). Estas bacterias localizadas en la superficie de raíces inducen resistencia sistémica en hojas y tallos, protegiendo especies dicotiledóneas contra varios hongos, bacterias y otros microorganismos fitopatógenos. La SIR es independiente de la acumulación de Ácido Salicílico y de la expresión de genes de proteínas relacionadas con patogénesis, pero depende la vía del Ácido Jasmónico y del etileno. Posiblemente, las plantas se sensibilizan a la acción del Ácido Jasmónico y etileno sin que necesariamente aumente la concentración de estos compuestos durante la SIR. En *Arabidopsis* se ha determinado que está asociado con la inducción foliar de defensinas, péptidos ricos en cisteína con acción antifúngica (Stange *et al.* 2007).

### 2.3.2 Beneficio de las PGPR

Desde hace varias décadas, se vienen desarrollando estudios sobre cómo y porqué estas PGPR son beneficiosas a las plantas. Se conoce que la estimulación se desarrolla a través de dos mecanismos fundamentales, uno directo y otro indirecto.

Estimulación directa: El metabolito producido por la bacteria es capaz de estimular el crecimiento del vegetal. A través de este mecanismo se desarrollan procesos tales como la fijación de nitrógeno y la producción de sustancias reguladoras del crecimiento. Estimulación indirecta: Es indirecta cuando la bacteria es capaz de liberar una o varias sustancias o metabolitos que intervienen en procesos que mejoran el crecimiento vegetal. En esta estimulación tiene lugar la producción de antibióticos, la producción de sustancias que inducen la resistencia sistémica en algunas plantas como las PGPR y la síntesis de sustancias con actividad para el control de patógenos (Álvarez y Díaz, 2008).

### **2.3.3 Moléculas activadoras de la inducción de resistencia**

Estas comienzan con una inducción de resistencia local, con producción de una señal desde la parte infectada y luego se traslada a otra parte de la planta, induciendo o amplificando las reacciones de defensa. Cuando se está frente a bacterias promotoras (no patogénicas) del crecimiento, que normalmente colonizan la raíz, ellas son capaces de inducir resistencia local y transferirla a otras partes de células y tejidos de la planta, consiguiéndose la inducción de resistencia sistémica (Riveros-Angarita, 2001).

### **2.3.4 Sustancias inductoras de resistencia**

Estas sustancias actúan sobre el vegetal impidiendo o retrasando la entrada del patógeno, y limitando consecuentemente su actividad en el tejido u órgano infectado. No tienen efecto directo o actividad específica sobre los fitopatógenos (Gómez y Reis, 2011).

### **2.3.5 Localización de las moléculas inductoras de resistencia**

Dependiendo del tipo de agente inductor, existen dos tipos de inducción de resistencia. Una considera que la resistencia puede ser activada por la presencia, sobre el tejido vegetal, de organismos como hongos, virus, bacterias, nemátodos e incluso de insectos herbívoros, conocida ésta como inducción biótica. Por otro lado, imitando la presencia de un patógeno o insecto, la resistencia también puede ser generada por la presencia de moléculas sintéticas depositadas sobre los órganos vegetales, denominada inducción abiótica (Gómez y Reis, 2011).

### **2.3.6 Enmiendas orgánicas como fuente de Microorganismos**

Cuando se trata de la aplicación de sustancias orgánicas a los suelos hay que tener en cuenta tres términos distintos según el objetivo que se persiga: Fertilizantes orgánicos, enmiendas orgánicas y acondicionadores orgánicos. Fertilizantes orgánicos son productos derivados de sustancias orgánicas vegetales o animales que contienen materia orgánica y nutriente. Enmiendas orgánicas son sustancias orgánicas que se aplican a los suelos con el principal objetivo de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Acondicionadores orgánicos son sustancias orgánicas que mejoran las propiedades físicas de los suelos (Cabrera-Capitán, 2007).

El uso de enmiendas orgánicas y microorganismos aplicados al suelo como fertilizante-fuente de microorganismos sirven como inductores de resistencia y disminuyen la incidencia de virosis, fortaleciendo más a la planta y rompiendo la sincronía entre la inoculación del virus y la etapa fenológica más susceptible (Castro Martín, 1998). Entre las enmiendas más

comúnmente utilizadas se encuentran los cultivos de cobertura, la adición de abonos verdes y los abonos orgánicos como el compost y el vermicompost (Jiménez *et al.* 2013).

Las enmiendas orgánicas incorporadas al suelo frecuentemente influyen sobre las enfermedades mediante las interacciones nutricionales, ya sea supliendo nutrimentos de forma directa o aumentando su disponibilidad a través de cambios en la actividad microbiana. Los suelos con contenidos adecuados de nutrimentos presentan comunidades de microorganismos abundantes que participan en el reciclaje de los nutrimentos que son esenciales para la planta (Hernández Garboza y Bustamante Rojas, 2001).

La adición de enmiendas orgánicas tiene el potencial de modificar la estructura del suelo e influir sobre las poblaciones microbianas (Oka, citado por Castro *et al.* 2011).

### **2.3.7 Té de lombriabono**

El té de humus o lombriabono es un extracto acuoso de alta calidad biológica que se consigue por una fermentación aeróbica del lombriabono y es producido al mezclar lombriabono con agua (NOSB, citado por González Solano *et al.* 2013). Los nutrientes solubles en el té son absorbidos por la planta y al mismo tiempo favorecen el desarrollo de los microorganismos benéficos que permiten suprimir enfermedades en los cultivos, por lo que las plantas son más sanas y se reduce la aplicación de fertilizantes minerales (González-Solano *et al.* 2013)

Los pesticidas químicos, fungicidas, herbicidas y algunos fertilizantes acaban con un gran número de microorganismos beneficiosos que mantienen el equilibrio en el agroecosistema (Ingham, 2005).

La aplicación de té compost mejora la vida del suelo, proveyendo condiciones favorables para el crecimiento vegetativo. Dentro de sus beneficios se encuentran la actividad de microorganismos aeróbicos que consumen los exudados de las plantas evitando el desarrollo de microorganismos patógenos y en ocasiones inhibiendo su crecimiento, además aporta nutrientes solubles a la planta para un mejor crecimiento y evita el lixiviado de nutrientes en la rizósfera, ya que los microorganismos presentes en el Té los retienen (Ingham, 2005).

También se conocen los Microorganismos Eficientes (EM), lo cual consiste en un cultivo mixto de microorganismos benéficos, de ocurrencia natural, que pueden ser aplicados como inoculantes para incrementar la diversidad microbial de los suelos y plantas. Los

Microorganismos Eficientes contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas y levaduras y un número más pequeño de bacterias fotosintéticas (Ramírez Martínez, 2006).

### **2.3.8 *Trichoderma* como inductor de resistencia**

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica (Infante *et al.* 2009).

La clasificación taxonómica es:

Reino: Fungi.

División: Mycota

Subdivisión: Eumycota

Clase: Deuteromicetes

Orden: Moniliales.

Familia: Moniliaceae.

Género: *Trichoderma* (Villegas, citado por Infante *et al.* 2009)

Este hongo tiene diferentes modos de acción entre los cuales está la competencia por espacio y nutrientes del suelo, el micoparasitismo, la producción de antibióticos y la detoxificación de toxinas excretadas por patógenos. Además favorece el crecimiento radicular dándole mayor vigorosidad a la planta, y el mejor efecto está dado por la inducción de resistencia sistémica (Infante *et al.* 2009; Guédez *et al.* 2009).

## **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

La investigación se desarrolló de mayo a octubre de 2015, con una duración de seis meses en la cual se realizaron dos repeticiones del ensayo con 10 días de diferencia. La investigación se desarrolló en un invernadero artesanal ubicado en 6° avenida Sur, Barrio Concepción, Tonacatepeque, San Salvador a una altura de 650 msnm, entre los 13°46'46"

Latitud Norte y 89°6'58.94" Longitud Oeste, con precipitación anual promedio de 1800-2000 mm, temperatura de 28 °C y Humedad relativa de 70%<sup>1</sup>.

## 3.2 METODOLOGÍA DE CAMPO

### 3.2.1 TRATAMIENTOS

Se utilizaron tres preparados orgánicos: Lombriabono, Bocashi y Té de lombriabono, una formulación comercial de *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS ®)<sup>2</sup> y un testigo. Los tratamientos fueron mezclados con el sustrato BM2 ®<sup>3</sup> que se usó para llenar las bandejas. Las semillas se sembraron en bandejas con capacidad para 200 plantas conteniendo el sustrato mezclado con los tratamientos en las cuales se mantuvieron hasta el final de la investigación.

#### Lombriabono

El Lombriabono fue obtenido de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, proveniente de una cría de *Eisenia foetida* alimentada con estiércol de bovino y trasladado al lugar de ensayo. El Lombriabono se mezcló con sustrato BM2 ® en una proporción de 1:4 respectivamente (Castro Martín, 1998) y se aplicó el día de la siembra.

#### Bocashi.

El bocashi fue obtenido de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y trasladado al lugar de ensayo. El Bocashi se preparó y mezcló con sustrato BM2 ® en una proporción de 1:7 respectivamente (Castro Martín, 1998) y se aplicó el día de la siembra.

#### *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS ®)

Se utilizó una dosis de un gramo de Excalibur Gold 5 FS ® por litro de agua (Según recomendación del formulador). Para el tratamiento se preparó 1.6 L para el sustrato, utilizando un volumen de 5 cc por cada celda de la bandeja de siembra, la cual quedó con una concentración de  $5 \times 10^9$  UFC/5 ml. La aplicación de este tratamiento se realizó a los 12

<sup>1</sup> Ruano de Mejía, RN. 2015. Datos de Tonacatepeque. (Comunicación personal). Alcaldía municipal de Tonacatepeque. San Salvador, SV.

<sup>2</sup> Producto fabricado por la empresa Estadounidense ABM (Advanced Biological Marketing) y distribuido en El Salvador por la empresa DISAGRO.

<sup>3</sup> Producto fabricado por la empresa Estadounidense ABM (Advanced Biological Marketing) y distribuido en El Salvador por la empresa DISAGRO.

días después de siembra (cuando los cotiledones estaban totalmente abiertos) en ambos ensayos. La composición química del producto fue la siguiente: 5% de *Trichoderma harzianum* Rifai (contenido no menor a  $1 \times 10^{12}$  UFC por gramo) y 95% de ingredientes inertes<sup>4</sup> (Figura A-1).

#### Té de lombriabono

Se preparó disolviendo 10 cc de melaza en 1 litro de agua, luego se agregó 45 g de lombriabono, se agitó hasta que quedará disuelto y por último se dejó con aireación artificial utilizando una bomba oxigenadora durante 3 días. De esa solución se tomaron 50 cc y se disolvieron en 950 cc de agua, de lo cual se inocularon 5 cc al pilón de cada planta. La aplicación de este tratamiento se realizó a los 12 días después de siembra (cuando los cotiledones estaban totalmente abiertos) en ambos ensayos (Figura A-1).

#### Testigo

Se usó solamente sustrato BM2 ®, sin la aplicación de enmiendas orgánicas y microorganismos del suelo.

#### Fertilización de plantines

Primer ensayo: La primera fertilización se realizó en los tratamientos que tenían *Trichoderma harzianum* Rifai, Té de lombriabono y el testigo. La dosis utilizada fue de 1 g/L de la fórmula 15-30-15 de la cual se aplicaron 5 cc/planta a los 17 días después de la siembra. La segunda y tercera fertilización se realizó a los 24 y 40 días después de la siembra utilizando la misma dosis.

Segundo ensayo: La fertilización se aplicó a todos los tratamientos a los 18, 27 y 37 días después de siembra, con una dosis de 1 g/L de la fórmula 15-30-15 de la cual se aplicaron 5 cc/planta.

### 3.2.2 INOCULACIÓN DEL VIRUS (PepGMV)

Las moscas blancas provenían de una población criada sobre plantas de berenjena sanas y fueron transferidas a jaulas de cría con plantas de chile (Cortés F1) infectadas con el PepGMV (como se describe en metodología de laboratorio). Para simular las infestaciones naturales por mosca blanca, se utilizaron densidades altas del insecto para que se

---

<sup>4</sup> Composición química descrita por DISAGRO (empresa distribuidora del producto en El Salvador).

alimentaran de la savia de las plantas viróticas durante los dos días previos a la inoculación del virus para asegurar la adquisición del virus.

El primer ensayo se sometió a la inoculación del virus a los 25 días después de siembra (tres hojas verdaderas) y el segundo ensayo a los 22 días después de siembra (dos hojas verdaderas); la diferencia en los tiempos de inoculación se realizó de manera subjetiva de acuerdo al desarrollo vegetativo que mostraron las plántulas en ese tiempo. Las bandejas conteniendo los plantines de chile sanos se colocaron en jaulas con dimensiones de 0.80 m de largo, 0.60 m de ancho y 0.80 m de alto en donde habían plantas de chile infectadas con el PepGMV que tenían altas poblaciones de mosca blanca portadoras y vectoras del virus. Las plantas de chile se mantuvieron durante cinco días (período de inoculación) en esas jaulas y posteriormente se retiraron para observar la expresión de la enfermedad (Figura A-2).

### **3.2.3 TOMA DE DATOS**

Para la evaluación de este ensayo se midieron las siguientes variables epidemiológicas: Incidencia y tiempo de incubación, y las variables de desarrollo siguientes: altura, diámetro a la base del tallo y peso seco de la planta (Figura A-3).

1. Incidencia es el número de plantas que presentaron síntomas de la enfermedad entre el número total de plantas para cada tratamiento dentro del bloque (Agrios, 1988). En el primer ensayo esta medición se realizó desde el día 30 hasta el día 42 después de la siembra con intervalo de tres días entre mediciones, en el segundo ensayo se realizó desde el día 27 hasta el día 39 después de la siembra con intervalo de tres días entre mediciones, cuando las plantas aún estaban en las bandejas.

2. Tiempo de incubación. Es el período de tiempo a partir de la inoculación del virus y el apareamiento de los síntomas. Los síntomas inducidos por el PepGMV fueron: Clorosis intervenal, mosaicos, arrugamiento de hojas y deformaciones (Figura A-4). Las observaciones se hicieron cada tres días a partir del día 30 (primer ensayo) y día 27 (segundo ensayo) después de la siembra a todas las plantas del ensayo por la mañana.

3. Altura de la planta, diámetro a la base del tallo y peso seco de la planta. Para estas mediciones se seleccionaron diez plantas por tratamiento en cada bloque. Las mediciones de altura (de la base del tallo al brote apical) y diámetro del tallo a la base se hicieron cada tres días a partir del día 30 (primer ensayo) y día 27 (segundo ensayo) después de la

siembra. Al final de la investigación se tomaron las mismas diez plantas seleccionadas para determinarles peso seco.

### **3.3 METODOLOGÍA DE LABORATORIO**

#### **3.3.1 CRÍA DEL VECTOR**

Las moscas blancas vectoras fueron recolectadas de los invernaderos de ACATONACA ubicados en el cantón Zacamil, Tonacatepeque, San Salvador, El Salvador. Para preservar la cría de insectos se colocaron plantas de berenjena cada tres semanas en jaulas con dimensiones de 0.70 m de largo, 0.50 m de ancho y 0.70 m de alto para que las moscas blancas se alimentaran de ellas y se reprodujeran (Figura A-5).

#### **3.3.2 RESERVORIO DEL VIRUS**

El virus se obtuvo de plantas viróticas provenientes de la empresa HIDROEXPO S.A DE C.V ubicada en Hacienda Talcualhuya, Cantón El Carmen, San Juan Opico, La Libertad. El virus encontrado en los invernaderos fue determinado anteriormente como Virus del Mosaico Dorado del Chile (Pepper Golden Mosaic Virus, PepGMV) a través de muestras enviadas a AGDIA (Empresa distribuidora de kit de diagnóstico fitosanitario)<sup>5</sup>. Se considera que es el único virus presente en las áreas de cultivo de esta empresa. El virus fue multiplicado al colocar plantas de Chile Dulce (*Capsicum annuum* L.) enfermas con el virus en estudio junto con plantas sanas en jaulas y con adición de individuos sanos de mosca blanca provenientes de las crías. Transcurridas dos semanas, las plantas con los síntomas característicos de esta enfermedad fueron colocadas en jaulas más grandes para servir como reservorio de virus (Figura A-5).

### **3.4 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA**

#### **3.4.1 Diseño estadístico**

Se usó un diseño de bloques incompletos balanceados al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue considerada como el volumen de sustrato en el cual estuvieron creciendo las plantas en la bandeja de germinación (dimensiones de bandeja: 28 cm de ancho y 54 cm de largo, y con capacidad de 16 cc por celda). En este caso cada unidad experimental consistió de 40 compartimientos por tratamiento, haciendo un total de 800 plantas para cada ensayo. Los plantines estuvieron en las bandejas desde la siembra hasta los 42 días (primer ensayo) y hasta los 39 días (segundo ensayo).

---

<sup>5</sup> Paniagua Cienfuegos, MR. 2015. Virus del chile dulce. (Comunicación personal). Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador, SV.



Tratamientos:

T<sub>0</sub> = Testigo (100% de BM2 ®)

T<sub>1</sub> = Bocashi (mezcla 7 partes de BM2 ® y 1 de bocashi)

T<sub>2</sub> = Lombriabono (mezcla 4 partes de BM2 ® y 1 de lombriabono)

T<sub>3</sub> = Excalibur Gold 5 FS ® (*Trichoderma harzianum* Rifai) (1 g/L de agua)

T<sub>4</sub> = Té de lombriabono (concentración 1:20)

La variable independiente fue la aplicación de tres preparados orgánicos: Lombriabono, Bocashi y Té de lombriabono, y una formulación comercial de *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5 FS ®) al sustrato en los cuales se sembraron las semillas de chile dulce, y las variables dependientes fueron Incidencia final, área bajo la curva de progreso de la enfermedad, tiempo de incubación, altura de la planta, diámetro a la base del tallo y peso fresco de la planta.

El Análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para bloques incompletos balanceados se realizó con el programa estadístico InfoStat.<sup>6</sup>

El Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad, fue calculada mediante la fórmula:

$$ABCPE = \sum (Y_{i+1} + Y_i) / 2 * (t_2 - t_1)$$

En donde:

Y<sub>i</sub> = proporción de la enfermedad en el tiempo t<sub>1</sub>

Y<sub>i+1</sub> = proporción en el tiempo t<sub>2</sub>

t<sub>2</sub> - t<sub>1</sub> = intervalo de tiempo en donde se mide el aumento o disminución de la enfermedad.

### 3.4.2 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y<sub>ijk</sub> = Variable en estudio en la observación k del tratamiento i en el bloque j

---

<sup>6</sup> Programa estadístico versión estudiantil disponible en <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46>

$\mu$ = Media del experimento

$\alpha_i$ = Efecto del tratamiento i

$\beta_j$ = Efecto del bloque j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Interacción del tratamiento i con el bloque j

$\epsilon_{ijk}$ = Error experimental de la observación k del tratamiento i del bloque j (Kuehl, 2001).

La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey.

### 3.5 METODOLOGÍA ECONÓMICA

Se utilizó la metodología de análisis costo-eficacia propuesta por el programa de economía del CIMMYT (1988).

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 INCIDENCIA FINAL DE LA ENFERMEDAD

En las condiciones del ensayo 1 se observó diferencia estadística entre tratamientos ( $F=4.79$ ,  $p<0.05$ ). La aplicación de *Trichoderma harzianum* Rifai, Lombriabono, Té de lombriabono y el testigo, ejercieron efectos similares en cuanto a la incidencia final de la enfermedad, sin embargo el tratamiento *Trichoderma harzianum* Rifai presentó la menor incidencia (62%). Por otro lado se observó que los tratamientos Lombriabono, Testigo, Té de lombriabono y Bocashi ejercieron efectos estadísticamente similares, sin embargo el Bocashi fue el que presentó mayor incidencia final (90.53%) (Figura 1).

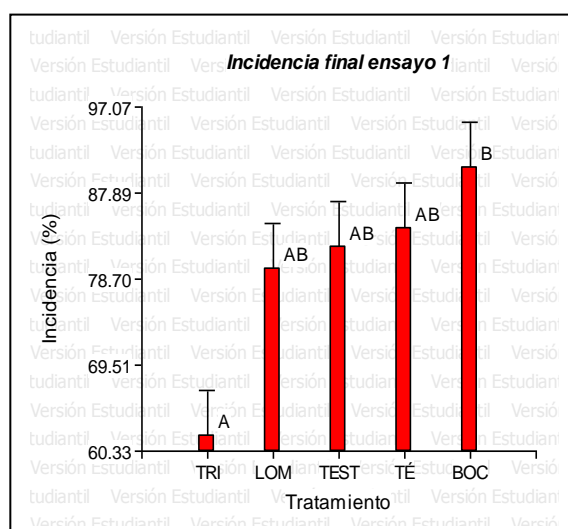
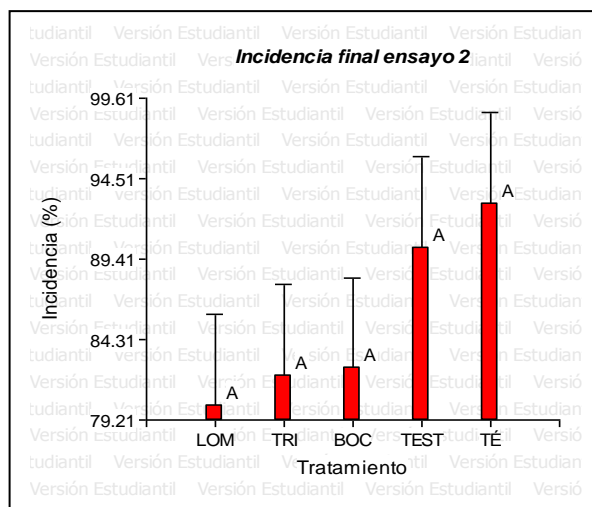


Figura 1. Incidencia final del PepGMV en condiciones en condiciones del ensayo 1.

En condiciones del ensayo 2 todos los tratamientos presentaron efectos similares en cuanto a la incidencia final de la enfermedad ( $F= 0.95$ ,  $p= 0.4740$ ). Sin embargo el tratamiento Lombriabono presentó la menor incidencia en comparación a los demás (80.14%) (Figura 2).



**Figura 2. Incidencia final del PepGMV en condiciones del ensayo 2.**

Basado en los datos de incidencia final de la enfermedad se realizó el análisis de costo-eficacia. En el ensayo uno el tratamiento más económico es el testigo con un costo/efectividad igual a cero, sin embargo en términos epidemiológicos esto no es aceptable porque la efectividad es muy baja prefiriendo el tratamiento con *Trichoderma harzianum* Rifai que prácticamente duplica la efectividad con un costo relativamente bajo (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Índice de costo/efectividad para el ensayo 1 (estimado para 1000 plantas)**

Tratamiento	% efectividad (proporción)	Costo variable	Índice costo/efectividad
<i>Trichoderma harzianum</i>	0.38	\$0.85	2.24
Lombriabono	0.20	\$1.45	7.25 *
Testigo	0.18	\$0.0	0
Té de lombriabono	0.16	\$0.07	0.44 *
Bocashi	0.09	\$0.23	0.24 *

Nota: Los tratamientos señalados con asterisco (\*) son considerados como dominados.

En el ensayo dos el mejor tratamiento económicamente sigue siendo el testigo pero en términos epidemiológicos su efectividad es muy baja, eligiendo el tratamiento a base de *Trichoderma harzianum* Rifai en términos epidemiológicos (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Índice de costo efectividad para el ensayo 2 (estimado para 1000 plantas)**

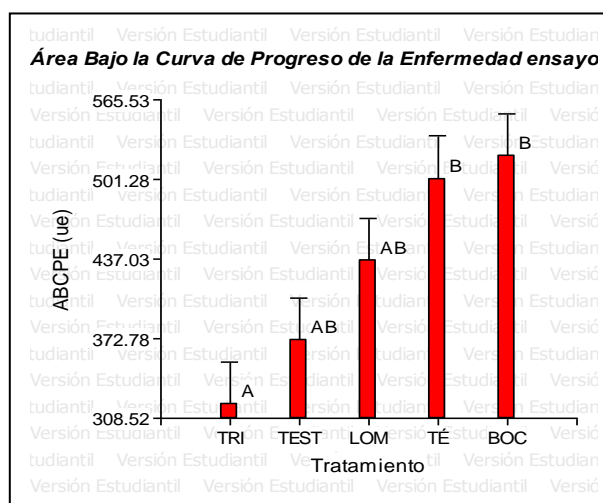
Tratamiento	% efectividad (proporción)	Costo variable	Índice costo/efectividad
Lombriabono	0.19	\$1.45	7.63 *
<i>Trichoderma harzianum</i>	0.18	\$0.85	4.72
Bocashi	0.17	\$0.23	1.35
Testigo	0.1	\$0.0	0
Té de lombriabono	0.07	\$0.07	1 *

Nota: Los tratamientos señalados con asterisco (\*) son considerados como dominados.

## 4.2 AREA BAJO LA CURVA DE PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (ABCPE)

El Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE) representa la proporción de la enfermedad en cada tratamiento, por lo cual los tratamientos que presentan mayor ABCPE son los que tuvieron mayor daño por el Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV).

En el ensayo 1 se observó diferencia estadística entre los distintos tratamientos aplicados ( $F=6.11$ ,  $p<0.05$ ). La inoculación con *Trichoderma harzianum* Rifai, Testigo y Lombriabono ejercieron efectos similares en cuanto al área bajo la curva de progreso de la enfermedad, sin embargo la inoculación de *Trichoderma harzianum* Rifai presentó la menor ABCPE (320.21 ue) y fue estadísticamente diferente del Té de lombriabono y Bocashi ( $p<0.05$ ). Por otra parte los tratamientos Lombriabono y Bocashi no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p>0.05$ ) (Figura 3).



**Figura 3. Área Bajo la Curca de Progreso de la Enfermedad en del PepGMV del ensayo 1.**

En el ensayo 2 no se observó diferencia estadística entre los distintos tratamientos aplicados en cuanto al ABCPE ( $F=1.73$ ,  $p=0.2140$ ). Sin embargo, la aplicación de Lombriabono

disminuyó el área bajo la curva de progreso de la incidencia del virus PepGMV en Chile en fase de vivero (528.17 ue) con respecto a los demás tratamientos (Figura 4).

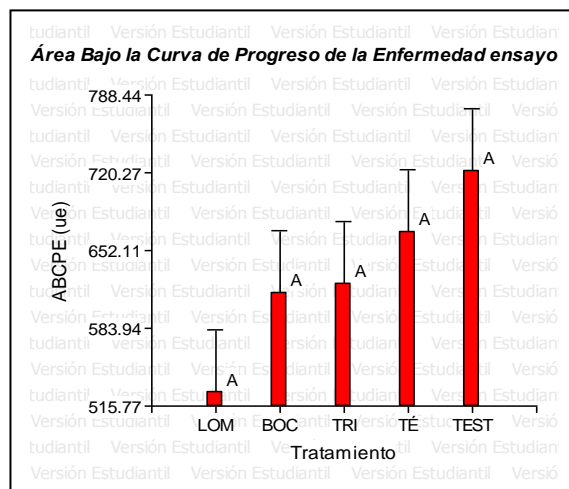


Figura 4. Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad del PepGMV del ensayo 2.

### 4.3 TIEMPO DE INCUBACIÓN

#### 4.3.1 Ensayo uno

Tiempo de incubación 10 ( $TI_{10}$ ). Este es el tiempo que pasa desde el momento en que el virus es inoculado en el tejido vegetal y son expresados los síntomas en el 10% de las plantas.

Analizando el efecto del tiempo de incubación 10 ( $TI_{10}$ ) en el ensayo 1 se observó una diferencia estadística marginal entre los tratamientos aplicados ( $F=2.92$ ,  $p=0.0714$ ). Sin embargo la aplicación de *Trichoderma harzianum* Rifai alargó el tiempo en que el 10% de las plantas inoculadas presentó los síntomas del PepGMV, de 7.92 días después de inoculación (ddi) en Bocashi a 9.41 ddi (Figura 5).

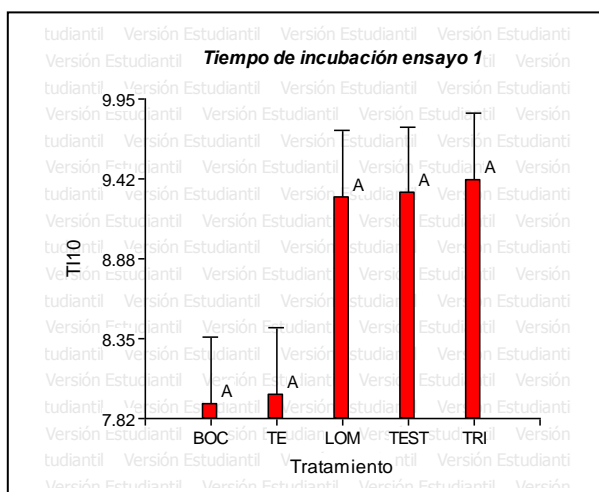


Figura 5. Tiempo de Incubación 10 (TI<sub>10</sub>) del PepGMV del ensayo 1.

Tiempo de incubación 50 (TI<sub>50</sub>). Este es el tiempo que pasa desde el momento en que el virus es inoculado en el tejido vegetal y son expresados los síntomas en el 50% de las plantas.

En las condiciones del ensayo 1 se observó diferencia estadística altamente significativa ( $F=6.78$ ,  $p<0.01$ ) entre los distintos tratamientos aplicados en cuanto al Tiempo de Incubación 50 (TI<sub>50</sub>) del PepGMV. Los tratamientos Bocashi, Té de lombriabono, Lombriabono y el Testigo ejercieron efectos estadísticamente similares en cuanto al tiempo de incubación, sin embargo la aplicación de Bocashi acortó el período, mostrando más rápidamente la expresión de los síntomas en el 50% de las plantas (12.02 ddi). Por otra parte los tratamientos Lombriabono, Testigo y *Trichoderma harzianum* Rifai también mostraron efectos estadísticamente similares, pero la aplicación de *Trichoderma harzianum* Rifai alargó la expresión de los síntomas, de 12.02 ddi del Bocashi a 15.39 ddi (Figura 6).

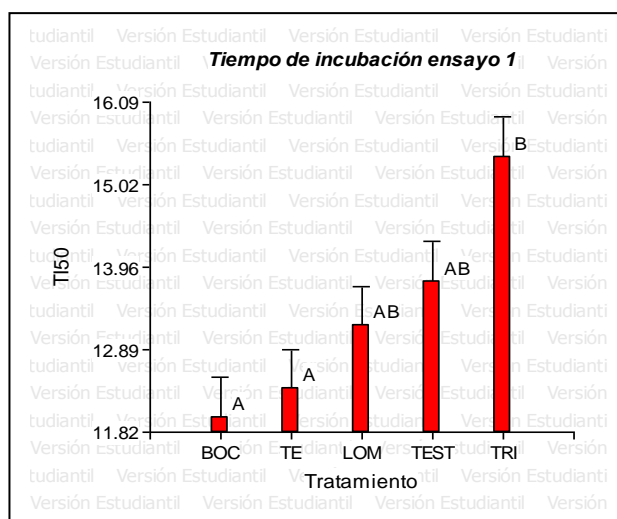


Figura 6. Tiempo de Incubación 50 (TI<sub>50</sub>) del PepGMV del ensayo 1.

### 4.3.2 Ensayo 2

#### Tiempo de incubación 10 ( $TI_{10}$ )

En las condiciones del ensayo 2 no hubo diferencia estadística entre los tratamientos aplicados en cuanto al Tiempo de Incubación 10 ( $TI_{10}$ ) del PepGMV ( $F=0.86$ ,  $p= 0.5170$ ). Sin embargo la aplicación de Bocashi alargó el tiempo en que el 10% de las plantas inoculadas presentó los síntomas, de 5.45 ddi del testigo a 7.09 ddi (Figura 7).

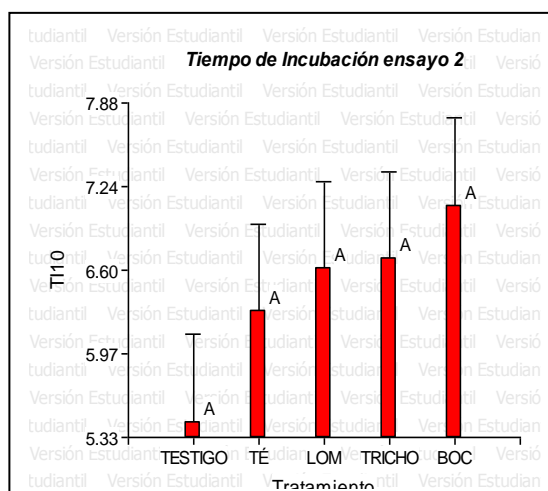


Figura 7. Tiempo de Incubación 10 ( $TI_{10}$ ) del PepGMV del ensayo 2.

#### Tiempo de incubación 50 ( $TI_{50}$ )

En las condiciones del ensayo 2 no hubo diferencia estadística entre los tratamientos aplicados en cuanto al Tiempo de Incubación 50 ( $TI_{50}$ ) del PepGMV ( $F=1.20$ ,  $p= 0.3661$ ). Sin embargo la aplicación de Lombriabono alargó el tiempo en que el 50% presentó los síntomas (12.23 ddi) (Figura 8).

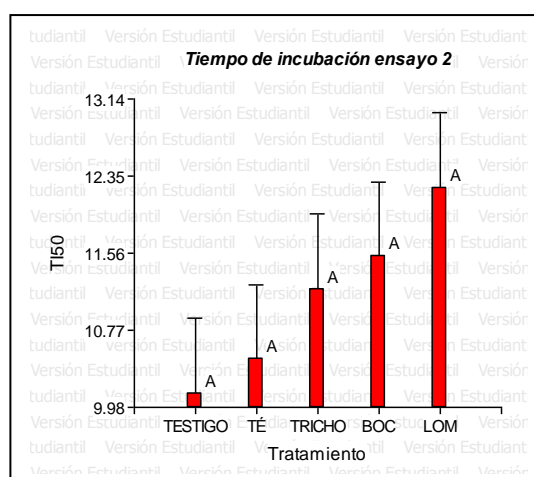


Figura 8. Tiempo de Incubación 50 ( $TI_{50}$ ) del PepGMV del ensayo 2.

## 4.4 DESARROLLO DE LAS PLANTULAS

### 4.4.1 Ensayo 1

Altura de la planta de chile dulce

Se observó diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos ( $F=4.23$ ,  $p<0.01$ ), la aplicación de Bocashi fue el que presentó la mayor altura (17.78 cm), seguido de los tratamientos *Trichoderma harzianum* Rifai, Té de lombriabono, Lombriabono y testigo los cuales no presentaron diferencia significativa entre sí (Figura 9).

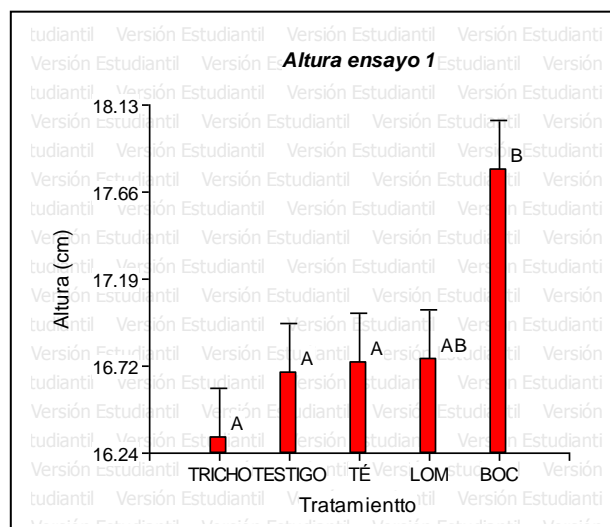


Figura 9. Altura promedio de planta en condiciones del ensayo 1.

Diámetro a la base del tallo de la planta de chile dulce

Se observó diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos ( $F= 9.40$ ,  $p<0.01$ ). El tratamiento Té de lombriabono presentó el mayor diámetro de planta a la base del tallo (3.20 mm), seguido de los tratamientos Testigo y *Trichoderma harzianum* Rifai que fueron estadísticamente similares, y finalmente los tratamientos Lombriabono y Bocashi los cuales no presentaron diferencia estadística entre sí (Figura 10).



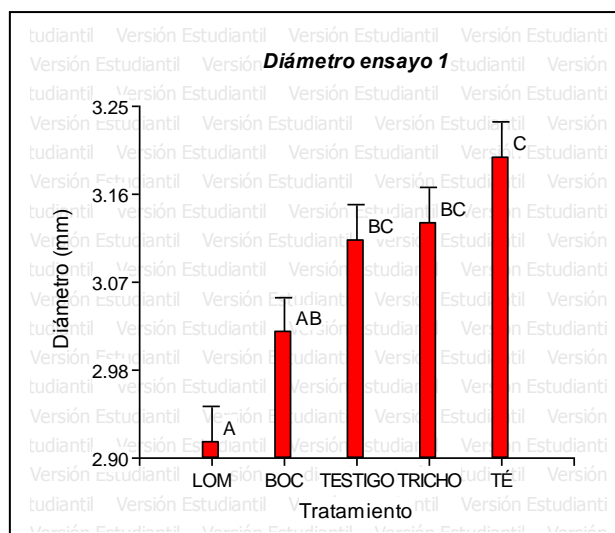


Figura 10. Diámetro promedio de planta a la base del tallo en el ensayo 1.

#### Peso fresco de la planta de chile dulce

Se observó diferencia estadística entre los tratamientos en cuanto al peso fresco de las plantas ( $F=3.74$ ,  $p<0.05$ ). La aplicación de lombriabono, *Trichoderma harzianum* Rifai, Té de lombriabono y Testigo presentaron efectos similares en cuanto al peso fresco, sin embargo la aplicación de Lombriabono fue el que menor peso fresco presentó (1.91 g). Por otra parte los tratamientos *Trichoderma harzianum* Rifai, Té de lombriabono, Testigo y Bocashi presentaron efectos similares, la aplicación de Bocashi presentó mayor peso fresco (2.28 g) (Figura 11).

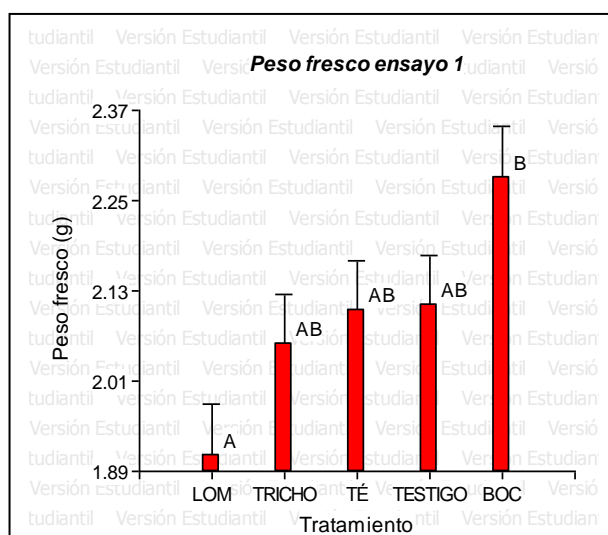


Figura 11. Peso fresco de la planta a los 42 días después de siembra en el ensayo 1.

#### 4.4.2 Ensayo 2

##### Altura de la planta de chile dulce

Se observó diferencia estadística altamente significativa ( $F=137.21$ ,  $p<0.01$ ). El tratamiento Lombriabono fue el que presentó mayor altura (15.18 cm), seguido del tratamiento Bocashi (13.70 cm) y finalmente los tratamientos Testigo, *Trichoderma harzianum* Rifai y Té de lombriabono los cuales no presentaron diferencia significativa entre sí (Figura 12).

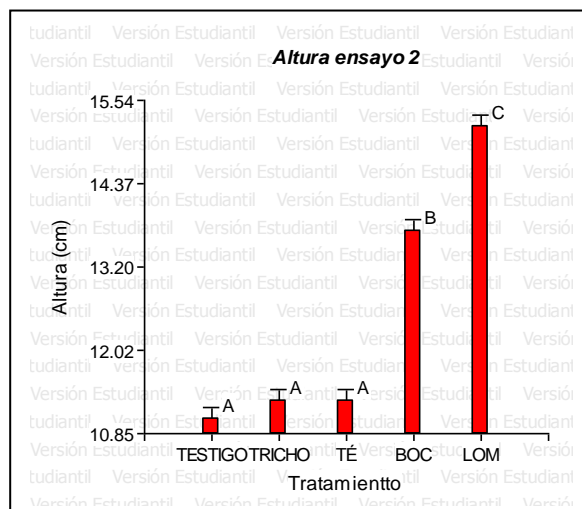


Figura 12. Altura promedio de planta en condiciones del ensayo 2.

##### Diámetro a la base del tallo de la planta de chile dulce

Se observó diferencia estadística altamente significativa ( $F=86.22$ ,  $p<0.01$ ). Las plantas tratadas con Lombriabono presentaron mayor diámetro promedio a la base del tallo (2.46 mm), seguido del tratamiento Bocashi (2.42 mm) y finalmente los tratamientos *Trichoderma harzianum* Rifai, Testigo y Té de lombriabono los cuales no presentaron diferencia estadística entre sí (Figura 13).

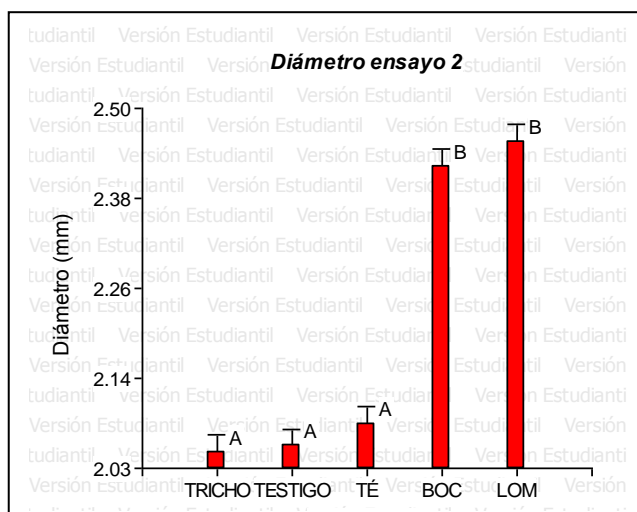


Figura 13. Diámetro promedio de planta a la base del tallo en condiciones del ensayo 2.

#### Peso fresco de la planta de chile dulce

Se observó diferencia altamente significativa entre los tratamientos en cuanto al peso fresco de las plantas de chile dulce ( $F=98.42$ ,  $p<0.01$ ). El tratamiento Lombriabono fue el que presentó el mayor peso fresco (1.45 g), seguido del tratamiento Bocashi (1.25 g), y finalmente los tratamientos *Trichoderma harzianum* Rifai, Té de lombriabono y Testigo los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí (Figura 14).

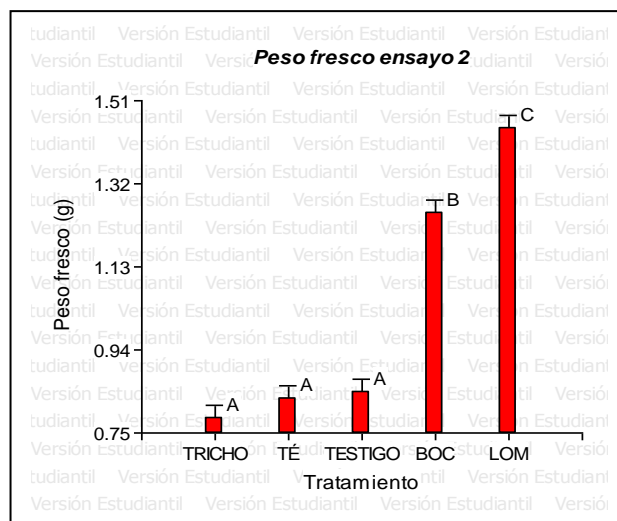


Figura 14. Peso fresco de la planta a los 39 días después de siembra en el ensayo 2.

Respecto al peso seco en el ensayo 1 no se observó diferencia estadística entre los tratamientos ( $F=1.42$ ,  $p=0.2408$ ) al igual que en el ensayo 2 ( $F= 2.60$ ,  $p= 0.0470$ )

## 4.5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.5.1 El efecto de la inducción de resistencia en el desarrollo de la enfermedad causada por el PepGMV

Según los resultados obtenidos, *Trichoderma harzianum* Rifai (Excalibur Gold 5FS ®), redujo tanto la incidencia final como el progreso de la epidemia cuando el virus fue inoculado a los 25 días después de siembra. Esto se vio reflejado en un mayor tiempo de incubación 50 ( $Ti_{50}$ ), sin embargo no hubo diferencia en cuanto al inicio de la expresión de los síntomas ( $Ti_{10}$ ), es decir hubo un desplazamiento en el desarrollo de la epidemia. En general hubo una menor intensidad de la epidemia en los tratamientos que contenían *Trichoderma harzianum* Rifai (ABCPE= 320.21 ue).

Por el contrario, cuando el virus fue inoculado a los 22 días después de siembra, ninguno de los tratamientos mostró un desempeño diferente en cuanto al desarrollo de la epidemia del PepGMV. Esto sugiere que el efecto de inducción de resistencia por parte de *Trichoderma harzianum* Rifai se expresa de forma diferencial dependiendo del momento de inoculación del PepGMV, siendo las plantas más jóvenes, afectadas e incapaces de expresar el efecto de resistencia.

El efecto de inducción de resistencia por parte de *Trichoderma sp.* ha sido demostrado en evaluaciones contra el Virus del Mosaico del pepino dulce (PepMV) en cultivo de tomate (Farias-Hinojosa, 2012), contra *Sclerotium rolfsii* en cultivo de frijol (Jimenez *et al.* 2013) y contra la muerte regresiva ocasionada por *Phytophthora sp.* en *Roseum elegans* (Hoitink *et al.* 2006). La inducción de resistencia contra el PepGMV por enmiendas orgánicas y aislamientos de organismos puros, también ha sido evaluado en cultivos de tomate por Jiménez-López (1996) y Castro-Martín (1998), en las cuales se midió la severidad de la enfermedad, presentando los mejores resultados los preparados orgánicos (Bocashi y Compost) con respecto a cultivos puros de las bacterias *Bacillus cereus* y *Pseudomonas fluorescens*. Estos autores evaluaron la severidad de la enfermedad y no la incidencia, lo cual no se considera apropiado para el estudio de este tipo de enfermedades, tomando en cuenta que los síntomas visibles en una planta no siempre representan el 100% del efecto del virus. Es decir, el virus puede estar presente en una planta pero los síntomas no se expresan el 100% (enmascaramiento de síntomas) (Mena-Adriano, 2010), lo cual puede dar una idea errónea del desarrollo de la enfermedad. Además, durante el tiempo que se está evaluando la severidad, las plantas enfermas se convierten en fuente de infección.

En el caso de *Trichoderma harzianum* Rifai, el formulador (ABM)<sup>7</sup> menciona que su uso tiene la finalidad de fortalecer las defensas de la planta, sin presentar ningún efecto en el desarrollo de ésta. Esto confirma los resultados obtenidos, a través de los cuales la incidencia del PepGMV se manifiesta de una forma lenta, sugiriendo que la planta puede estar presentando algún tipo de resistencia a la infección viral. Un ABCPE menor sugiere también que los daños son menores, esto podría ser utilizado como una herramienta en los programas de manejo integrado del PepGMV como una primera fase del programa (etapa de plántula).

El PepGMV es una enfermedad sistémica considerada de ciclo simple, lo que significa que una vez afecta a una planta se debe eliminar por afectar la producción de frutos (en este caso la parte comercial del cultivo) y porque se convierte en fuente de infección.

La intensidad de la enfermedad estuvo en función de la alta cantidad de inóculo inicial (alta población de mosca blanca con virus), lo cual no coincide con las infestaciones por este virus en campo abierto, ya que normalmente las poblaciones de mosca blanca infectadas son bajas o en otros casos, la proporción de moscas blanca infectadas también es baja y por lo tanto el inicio de la epidemia es lenta. La epidemiología de esta enfermedad también se ve influenciada por la tasa de incremento del inóculo, en este caso se alteró por el efecto de cada tratamiento, presentando resultados diferentes en cuanto al tiempo de incubación del PepGMV; por los resultados se sugiere que la inoculación de *Trichoderma harzianum* Rifai, en comparación con los demás, estimuló las defensas naturales de las plantas, retrasando la tasa de incremento del virus con mayor notoriedad en el tiempo de incubación 50 (TI<sub>50</sub>), lo cual se constituye como un elemento importante para evitar pérdidas económicas ocasionadas por enfermedades de ciclo simple. El último elemento de este tipo de enfermedades (ciclo simple) es el tiempo de duración, sin embargo para las enfermedades virales no es una variable sobre la cual se puede hacer una acción como medida fitosanitaria curativa, ya que una enfermedad viral no se puede detener ni mucho menos erradicar.

En cuanto al vector, se sugiere que tuvo mayor preferencia por aquellas plantas que eran más grandes, suculentas y pubescentes (tratadas con preparados orgánicos) y no por las inoculadas con *Trichoderma harzianum* Rifai, siendo éstas últimas las que menor altura y follaje presentaron. Sin embargo es necesario llevar a cabo ensayos de preferencia alimenticia para comprobar este supuesto. Con base a eso se buscan métodos de inducción

---

<sup>7</sup> Advanced Biological Marketing.

de resistencia que primordialmente fortalezcan a la planta, aunque su efecto sobre el desarrollo vegetativo no sea tan evidente como en el caso de la inducción de resistencia por *Trichoderma harzianum* Rifai.

Epidemiológicamente el retraso en el periodo de incubación da una ventaja a las plantas de poder tolerar la infección, dando tiempo para tomar medidas complementarias, pero en el caso de enfermedades virales lo mejor es controlar las poblaciones del vector por medio de la exclusión para evitar que la infección se lleve a cabo.

#### **4.5.2 Efecto de los preparados orgánicos y *Trichoderma harzianum* Rifai en el desarrollo de la planta**

En cuanto a las variables de desarrollo de las plantas, los preparados orgánicos fueron los que presentaron mejores resultados (figura A-6). En el ensayo uno la mayor altura y peso fresco de las plantas de chile dulce fue logrado por el Bocashi (17.78 cm) y (2,28 g) respectivamente. El mayor diámetro a la base del tallo de las plantas de chile dulce fue logrado por el Té de lombriabono (3.20 mm), sin embargo este no fue significativamente diferente de los alcanzados por las plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* Rifai.

Cuando el virus fue inoculado a los 22 días después de siembra, fue notable la tendencia a un mayor desarrollo de las plántulas a favor de los preparados orgánicos, por otra parte las plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* Rifai presentaron los valores inferiores en cuanto a estas variables.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a la incidencia de la enfermedad, ésta se manifestó más en las plantas que presentaron mayor desarrollo, lo cual sugiere que las plantas que tiene tejidos más suculentos son más apetecidas por *Bemisia tabaci* Genn. y también las plantas más desarrolladas tienen su tejido vascular más funcional, permitiendo un mejor movimiento de los virus en su interior lo cual hace que la sintomatología se presente en menor tiempo. La comparación de variables se muestra en los anexos (Cuadro A-1).

## 5 CONCLUSIONES

Los plantines tratados con *Trichoderma harzianum* Rifai ( $5 \times 10^9$  UFC/5 ml) presentaron un menor grado de enfermedad de acuerdo a los datos del Área Bajo la Curva de Progreso de la Enfermedad (ABCPE), lo cual evidencia un efecto retardante en la manifestación del virus de las plantas de chile dulce.

El uso de *Trichoderma harzianum* Rifai ( $5 \times 10^9$  UFC/5 ml) en la producción de plantines demostró fortalecer las defensas de la planta y prolongar el tiempo de incubación del PepGMV.

La adición de preparados orgánicos (Bocashi, Lombriabono y Té de lombriabono) al sustrato promovió un mayor desarrollo en las plantas de chile dulce (altura, diámetro a la base del tallo y peso fresco), pero no tuvo efecto en el desarrollo de la infección por el PepGMV.

La inoculación con *Trichoderma harzianum* Rifai ( $5 \times 10^9$  UFC/5 ml) al sustrato para la producción de plantines de chile dulce demostró ser una opción técnica y económicamente viable.

## 6 RECOMENDACIONES

Hacer evaluaciones de diferentes concentraciones de *Trichoderma harzianum* Rifai como inductor de resistencia al PepGMV para identificar la más eficaz.

Realizar ensayos en donde la inoculación del PepGMV se lleve a cabo cuando los plantines tengan los cotiledones abiertos.

Estudiar todas las etapas fenológicas del cultivo de chile dulce para observar el comportamiento epidemiológico de la enfermedad.

Usar *Trichoderma harzianum* Rifai con el objetivo de fortalecer las defensas naturales de la planta y no como controlador de la enfermedad.

Realizar pruebas de preferencia alimenticia del vector (*B. tabaci* Genn.) comparando plantas inoculadas con *Trichoderma harzianum* Rifai contra las inoculadas con preparados orgánicos.

Evaluar el posible efecto endofítico de *Trichoderma harzianum* Rifai en el tratamiento de semillas previo a la siembra.

Realizar análisis de micro y macro elementos de los preparados orgánicos usados en la investigación y determinar si pueden sustituir la aplicación de fertilizantes hidrosoluble en la fase de plantín.

Tratar de producir plantas compactas, es decir con buen diámetro del tallo, no muy suculentas y altas.



## 7 BIBLIOGRAFÍA

**Agrios, GN. 1988.** Fitopatología. 5° ed. México. Limusa. 756 p

**Álvarez, TB; Díaz, M. 2008.** Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) en la agricultura. S.I. p. 36. (Artículo Agricultura orgánica No. 3)

**Cabrera Capitán, F. 2007.** Materia orgánica del suelo: papel de las enmiendas orgánicas. Sevilla, ES. 291 p.

**Castro, L; Flores, L; Uribe, L. 2011.** Efecto del Vermicompost y quitina sobre el control de *Meloidogyne incognita* en tomate a nivel de invernadero. (En línea). Costa Rica. consultado el 27 de abril de 2015. Disponible en [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v35n02\\_021.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v35n02_021.pdf)

**Castro Martín, MO. 1998.** Las rizobacterias y enmiendas orgánicas en la inducción de resistencia a geminivirus en el cultivo de tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 85 p.

**CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX). 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México. 79 p.

**Cuéllar, ME; Morales, FJ. 2006.** La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vector de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). (En línea). Colombia. Revista colombiana de Entomología No. 32

**Díaz Puentes, LN. 2012.** Resistencia Sistémica Adquirida. (En línea). Venezuela. p. 257-267. Consultado el 24 de marzo de 2015. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a30.pdf>

**Edreva, A. 2004.** A novel strategy for plant protection: induced resistance. (En línea). Journal of Cell and Molecular Biology no. 3. Consultado el 20 de febrero de 2015. Disponible en <http://jcmb.halic.edu.tr/pdf/3-2/A.pdf>

**Farias Hinojosa, RE. 2012.** *Trichoderma* y *Bacillus* como inductores de resistencia al virus del mosaico del pepino dulce (Pepino Mosaic virus, PepMV) en plantas de tomate. (En línea). Talca, CL. Consultado el 20 de septiembre de 2015. Disponible en [http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/9246/2/farias\\_hinojosa.pdf](http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/9246/2/farias_hinojosa.pdf)

**Gómez, DE; Reis, EM. 2011.** Inductores abióticos de resistencia contra fitopatógenos. Brasil. 17 p. (Revista Química Viva No. 1)

**González Solano, KD; Rodríguez Mendoza, M; Trejo Téllez, LI; Sánchez Escudero, J; García Cué, JL. 2013.** Propiedades químicas de tés de vermicompost. México. p. 901-011. (Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas No. 5)

**Guédez, C; Canizález, L; Castillo, C; Olivar, R. 2009.** Efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* sobre algunos hongos patógenos postcosecha de la fresa (*Fragaria ssp*). Trujillo, VE. p 34-38. (Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología No. 29)

**Hernández Garboza, L; Bustamante Rojas, E. 2001.** Control biológico de la marchitez bacterial en Tomate con el uso de enmiendas orgánicas. Costa Rica. p. 18-28. (Revista manejo Integrado de Plagas No.62)

**Hoitink, HAJ; Madden, LV; Dorrance, AE. 2006.** Systemic Resistance Induced by *Trichoderma spp.*: Interactions between the Host, the Pathogen, the Biocontrol agent, and Soil organic matter Quality. (En línea). Consultado el 21 de septiembre de 2015. Phytopathology 96: 186-189. Disponible en <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-96-0186>

**Infante, D; Martínez, B; González, N; Reyes, Y. 2009.** Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. La Habana, CU. p 14-21. (Revista Protección Vegetal vol. 24)

**Ingham, ER. 2005.** The compost tea brewing manual. 5. ed. Corvallis, US. 79 p.

**INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2011.** Virus transmitidos por insectos vectores en tomate en la región de Arica y Parinacota: situación actual y manejo. Chile. p. 16. Boletín No. 224

**Jiménez López, JI. 1996.** Evaluación de inductores de resistencia a geminivirus y promotores del crecimiento en el cultivo del tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 83 p.

**Jiménez, MA; Arcia M, AA; Ramis, C; De Faría, Y. 2013.** Evaluación de *Trichoderma harzianum* Rifai como inductor de resistencia a la pudrición blanca *Sclerotium rolfsii* Sacc de la caráota (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones controladas. (En línea). Venezuela. Consultada el 15 de marzo de 2015. Disponible en [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942013000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942013000100005&script=sci_arttext)

**Kuehl, RO. 2001.** Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. Diseño de experimentos. 2. Ed. México. Thomson. 680 p.

**Lenardon, SL; Giolitti, F; León, A; Bazzalo, ME; Grondona, M. 2001.** Effect of sunflower chlorotic mottle virus infection on sunflower yield parameters. Córdoba, AR. p. 55-56

**Liu, S; Bedford, ID; Briddon, RW; Markham, PG. 1997.** Efficient whitefly transmission of African cassava mosaic geminivirus requires sequences from both genomic components. S.I. p. 1791-1794. Journal of Virology No. 78

**Martínez, F. 2008.** Inducción de resistencia en los cultivos, productos Fitofortificantes. (En línea). S.I Consultado el 13 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.iec.cat/Noticea/butlleti4/FelixMartinez5-05-08.pdf>

**Mena Adriano, JD. 2010.** Notas del curso de: Virus (Virus fitopatógenos). (En línea). Sinaloa, Mx. 68 p. Consultado el 29 de septiembre de 2015. Disponible en <http://es.slideshare.net/themena1/manual-de-virus-virus-fitopatgenos-5039306>

**Ortega Arenas, LD y González, H. 1989.** Mosquita blanca (Homoptera: Aleyrodidae) vectores de virus en hortalizas. En: Ecología de insectos vectores de virus en plantas cultivadas. Acosta Leal, R y Delgadillo, F. (eds.). Montecillo, MX. p. 46-59

**Ramirez Martínez, MA. 2006.** Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible. Tesis Mag. Sc. Bucaramanga, CO. Universidad Industrial de Santander. 44 p.

**Riveros Angarita, AS. 2001.** Moléculas activadoras de la inducción de resistencia, incorporadas en programas de agricultura sostenible. Costa Rica. p. 4-11. (Revista Manejo Integrado de Plagas No. 61)

**Romay, G; Geraud Pouey, F; Chirinos, DT; Morales, F; Herrera, E; Fernández, C; Martínez, AK. 2010.** PEST MANAGEMENT. Transmisión del Tomato Venezuela Virus por *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), en Maracaibo, Venezuela. Ed. H. Siqueira. Venezuela. p. 271. Revista Neotropical Entomology No.39

**Stange, C; Briceño, E; Latorre, BA y Arce Johnson, P. 2007.** Interacción planta patógeno. La Serena, CH.

**Vásquez, M. 2008.** Análisis de las importaciones de hortalizas en EL Salvador. (En línea). Tegucigalpa, HO. p.12. Consultado el 9 de febrero de 2015. Disponible en <http://fecaexca.net/images/descarga/003/ADU10.PDF>

## 8 ANEXOS

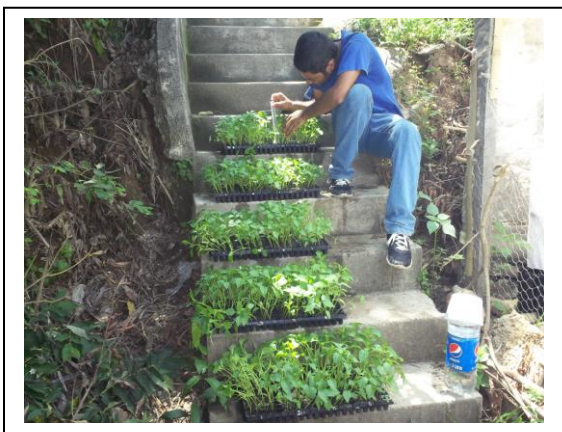
Figura A-1. Inoculación de *Trichoderma harzianum* Rifai y Té de lombriabono



Figura A-2. Inoculación del Virus del Mosaico Dorado del chile dulce (PepGMV)



Figura A-3. Lectura de datos





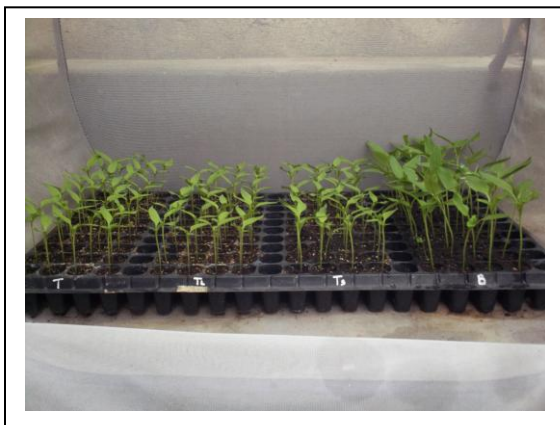
**Figura A-4. Expresión de síntomas del PepGMV**



**Figura A-5. Cría del vector y reproducción del PepGMV**



**Figura A-6. Diferencia de desarrollo de plantines**



**Cuadro A-1. Cuadro comparativo de variables entre ensayos**

	ENSAYO 1					ENSAYO 2				
	Testigo	Lombriabono	Bocashi	<i>Trichoderma</i>	Te de lombriabono	Testigo	Lombriabono	Bocashi	<i>Trichoderma</i>	Te de lombriabono
Incidencia final (%)	82.2 (AB)	79.79 (AB)	90.53 (B)	62 (A)	84.05 (AB)	90.13 (A)	80.14 (A)	82.47 (A)	82.05 (A)	92.91 (A)
ABCPE (ue)	371.28 (AB)	435.14 (AB)	519.57 (B)	320.21 (A)	501.88 (B)	721.56 (A)	528.19 (A)	614.34 (A)	623.25 (A)	668.35 (A)
TI <sub>10</sub> (ddi)	9.32 (A)	9.29 (A)	7.92 (A)	9.41 (A)	7.98 (A)	5.45 (A)	6.61 (A)	7.09 (A)	6.68 (A)	6.29 (A)
TI <sub>50</sub> (ddi)	13.77 (AB)	13.21 (AB)	12.02 (A)	15.39 (B)	12.39 (A)	10.12 (A)	12.23 (A)	11.53 (A)	11.19 (A)	10.47 (A)
Altura (cm)	16.68 (A)	16.75 (AB)	17.78 (B)	16.33 (A)	16.74 (A)	11.06 (A)	15.18 (C )	13.7 (B)	11.31 (A)	11.32 (A)
Diámetro (mm)	31.15 (BC)	29.13 (A)	30.23 (AB)	31.33 (BC)	31.98 (C )	20.55 (BC)	24.55 (A)	24.23 (AB)	20.48 (BC)	20.85 (C )
Peso fresco (g)	2.11 (AB)	1.91 (A)	2.28 (B)	2.06 (AB)	2.1 (AB)	0.84 (A)	1.45 (C )	1.25 (B)	0.78 (A)	0.83 (A)